

VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJÍ
KATEDRA ČÁSTÍ A MECHANISMŮ STROJŮ



Plošina pro manipulaci osob pomocí vysoko zdvižného vozíku
Platform for Manipulating of Men Using a Fork Lift

Student :

Ondřej Dostál

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Daniel Pištáček, Ph.D.

Ostrava 2009



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Plošina pro manipulaci osob pomocí vysokozdvížného vozíku

Platform for Manipulating of Men Using a Fork Lift

Student: Ondřej Dostál
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 2302R010-40 Konstrukce strojních dílů a skupin
Pracoviště: Katedra částí a mechanismů strojů – 347

Zásady pro zpracování:

1. Uveďte zásady pro manipulaci osob do výšky.
2. Koncepty řešení a výběr konkrétní varianty. Výhody a nevýhody.
3. Konstrukční návrh a výpočty s ohledem na následující podmínky:
 - jednoduchá manipulace a uskladnění plošiny
 - vhodné zajištění plošiny s ohledem na bezpečnost práce
 - jednoduchý přístup pro osoby
 - maximální rozměry plošiny: 1600x1200 mm
 - nosnost plošiny odpovídající manipulaci dvou osob včetně náradí
 - konstrukce co nejjednodušší a výrobní náklady nesmí překročit 15 tis. Kč.

Pokyny pro zpracování:

Rozsah práce: cca 30 stran textu mimo přílohy.

Sestava (min. formát A1), vybrané výrobní výkresy.

Seznam doporučené literatury:

DEJL, Z.: *Konstrukce strojů a zařízení I. Spojovací části strojů. Návrh, výpočet, konstrukce.* 1.vyd. Montanex a.s. Ostrava, 2000, 225 s. ISBN 80-7225-018-3.

DRASTÍK, F. A KOL.: *Strojnické tabulky pro konstrukci i dílnu.* 2. dopl. vyd. Montanex a.s. Ostrava, 1999, 722 s. ISBN 80-85780-95-X.

KŘÍŽ, R., VÁVRA, P.: *Strojnická příručka.* 1.vyd. Praha: 1993-1998. 8 svazků.

MORAVEC, V.: *Mechanické a hydraulické převody: Mechanické převody.* Skripta 1.vyd. VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2000, 109 s. ISBN 80-7078-807-0.

Fotodokumentace (elektronická).

Firemní katalogy, prospekty, normy a www-stránky s danou problematikou.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Daniel Pišťáček, Ph.D.

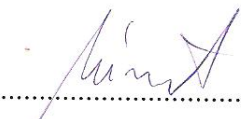
Datum zadání bakalářské práce:

21. listopadu 2008

Akademický rok:

2008/2009




.....
prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry


.....
prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan

V Ostravě dne 21. listopadu 2008

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:

Dostál Ondřej

Bačov 31

Boskovice

.....

podpis studenta

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

DOSTÁL, O. Plošina pro manipulaci osob pomocí vysokozdvížného vozíku. Ostrava : katedra Částí a mechanismů strojů, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009, 30s. Bakalářská práce, vedoucí PIŠŤÁČEK, D.

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem a výpočtem plošiny pro manipulaci osob pomocí vysokozdvížného vozíku. V úvodu je uveden popis důležitých částí vysokozdvížného vozíku, dále zásady pro manipulaci osob ve výškách, průzkum trhu s přehledem vyráběných variant. Pro zadanou nosnost, rozměry a cenu plošiny je proveden návrh možných řešení a vypracování konkrétní varianty.

ANOTATION OF THESIS

DOSTÁL, O. *Platform for Manipulating of Men Using a Fork Lift*. Ostrava : Department of Machine Parts and Mechanisms , Faculty of Mechanical Engineering VŠB-Technical University of Ostrava, 2009, 30p. Thesis, head PIŠŤÁČEK, D.

Bachelor's thesis is design and calculation Platform for Manipulating of Men Using a Fork Lift . In introduction is important description of Fork Lift. Next information is fundamentals for operation men in highs, and market research with survey producing variants. I did proposal possibilities and I finished concrete variant for engaged capacity, proportions and prays platform.

Obsah bakalářské práce:

Seznam použitého značení:	9
1. Úvod	11
1.1 Cíle bakalářské práce	12
2. Zásady pro manipulaci osob do výšky	13
2.1 Práce ve výškách	13
2.2 Zásady bezpečnosti práce při manipulaci s materiálem	13
2.2.1 Všeobecné zásady	13
2.2.2 Manipulační motorové vozíky	14
3. Průzkum trhu	15
3.1 plošina s vyvýšenou manipulační plochou	15
3.2 univerzální plošina s možností pro zavěšení na jeřáb	16
3.3 plošina	16
4. Koncepce řešení	18
4.1 Rozměry podlahy	18
4.2 Nosnost plošiny	18
4.3 Konstrukce podlahy	18
4.4 Skladnost zábradlí plošiny	19
5. Rozměrový návrh a pevnostní kontrola	20
5.1 Podlaha	20
5.1.1 Zvolená podlahová rohož	20
5.1.2 Podlahový nosný rám plošiny	21
5.2 Zábradlí	23
5.2.1 Podélné zábradlí	23
5.2.2 Výškové zábradlí	24
5.3 Upevňovací část zábradlí u podlahy	25
5.4 Výpočet svaru upevňovací část zábradlí	27
5.5 Zajištění plošiny proti posuvu	28
5.5.1 Výpočet posouvající síly	28
5.5.2 Výpočet uchycení záchytných čepů	29
5.5.3 Návrh upevňovacích čepů	30
6. Celkové náklady na výrobu	31
7. Závěr	33

8. Seznam použitých pramenů	34
9. Seznam příloh	35

Seznam použitého značení:

a	[mm]	.....velikost jednotlivých svarů
a_f	$[m \cdot s^{-2}]$	.....zrychlení
b	[mm]	.....tloušťka uchycení záchytného kolíku
$b_{1,2}$	[mm]	.....šířka profilu
d	[mm]	.....průměr čepu
g_b	[mm]	.....šířka vidlic
h	[mm]	.....výška zábradlí
j	[mm]	.....vzdálenost jednotlivých kapes
k	[-]	.....bezpečnost k mezi kluzu
$k_{1,2}$	[-]	.....převodový součinitel podle ČSN 050120
l	[mm]	.....délka zábradlí
m	[kg]	.....hmotnost stanoveného zatížení
m_c	[kg]	.....hmotnost celková
m_p	[kg]	.....hmotnost plošiny
p	[mm]	.....velikost kapsy pro vidle vysokozdvizného vozíku
p_D	[MPa]	.....dovolený měrný tlak
$p_{1,2}$	[MPa]	.....měrný tlak
q	$[N \cdot m^{-1}]$	.....spojité zatížení podélného zábradlí
r	[mm]	.....výpočetní vzdálenost kapsy
s	[mm]	.....výška upevňovací části zábradlí
t	[mm]	.....tloušťka
t_f	[s]	.....čas
u	[mm]	.....délka plochy
v	$[m \cdot s^{-1}]$	.....počáteční rychlost
v_0	$[m \cdot s^{-1}]$	.....rychlost
w	[mm]	.....vůle
x	[mm]	.....vzdálenost naklopeného zábradlí
z	[mm]	.....šířka kapsy
F	[N]	.....síla
F_t	[N]	.....síla tažná
F_v	[N]	.....rovnoměrně rozdělené zatížení
F_r	[N]	.....osamělá síla rohože
G	[N]	.....celková tíha
$J_{SV,x}$	$[mm^4]$	.....modul setrvačnosti celkové plochy svaru k ose x
M_0	$[N \cdot m]$	.....ohybový moment
M_{0max}	$[N \cdot m]$	.....maximální ohybový moment
Q	[N]	.....tíha od zatížení
R	[N]	.....reakce
R_e	[MPa]	.....mez kluzu materiálu
S_v	$[m^2]$	.....plocha rohože
S_{SV1}	$[m^2]$	.....plocha svaru
W_O	$[mm^3]$	.....modul průřezu v ohybu
W_x	$[mm^3]$	.....modul průřezu v ohybu nosníku k ose x
W_y	$[mm^3]$	.....modul průřezu v ohybu nosníku k ose x

$W_{SV,x}$	[mm ³]	.....modul průřezu v ohybu svaru k ose x
β	[mm]	.....součinitel tloušťky koutového svaru
σ_{DOV}	[MPa]	.....dovolené napětí v tahu
σ_{red}	[MPa]	.....redukované napětí
σ_O	[MPa]	.....ohybové napětí
τ_{\perp}	[MPa]	.....smykové napětí od ohybového momentu
τ_{Π}	[MPa]	.....smykové napětí od posouvající síly

1. Úvod

Vlastníky vysokozdvížných vozíků malých firem či ve skladech, kde není moc využit vysokozdvížný vozík, mnohdy napadlo použít vozík pro zvedání osob do výšky za účelem montáže či jiných výškových prací, kde žebřík nestačí či je velmi nepohodlný. Pro tyto účely nelze použít obyčejných palet bez ohledu na bezpečnost práce. Musíme použít speciální klece pro zvedání osob.

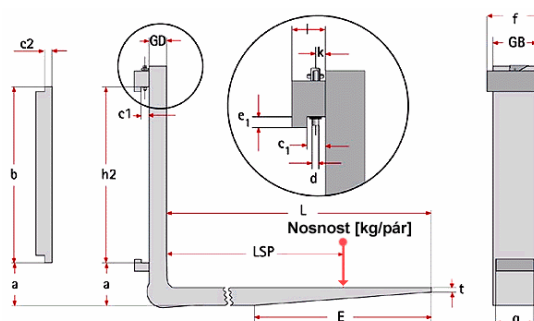
Plošina pro manipulaci osob pomocí vysokozdvížného vozíku je strojní zařízení pro zvedání osob do výšky (4,2m) dle typu vysokozdvížného vozíku.

Firma Callidus trading s.r.o. vyrábí systémy elektronického zabezpečení zboží. K přepravě materiálu používá vysokozdvížný vozík Linde H20 (RB391).



Obr.1.1-vysokozdvížný vozík H20(RB391)

Vysokozdvížný vozík je na dieselový pohon s maximální výškou zdvihu 4625 mm, používá vidlice typu obdélníkového uchycení dle obr.1.2. šířky (GB) 100 mm, tloušťky (GD) 45 mm a délky (L) 1200 mm.



Obr.1.2- nosné vidle pro obdélníkové uchycení

Tyto vidlice lze na rámu posouvat v určitých úsecích a tím lze měnit rozteč viz. obr.1.3 (pevně stavitelná rozteč) a pomocí kolíku zajistit. Lze tak nastavit asi 4 rozteče, poslední dvě rozteče jsou 675mm a 830mm(maximální rozteč).



Obr.1.3- nastavení rozteče nosných vidlic

1.1 Cíle bakalářské práce

Cílem této práce je navrhnout a zkonstruovat plošinu. Zařízení by mělo klást co nejmenší požadavky na údržbu a seřízení a musí celoročně odolávat povětrnostním vlivům. Zařízení nesmí bránit při práci osobám a zároveň musí splňovat bezpečnostní podmínky. Bezproblémové užívání, skladnost a cenová dostupnost by měla být hlavními přednostmi tohoto zařízení.

- Zásady pro manipulaci osob do výšky
- Koncepty řešení a výběr konkrétní varianty
- Konstrukční návrh a výpočty s ohledem na zadané podmínky
- Tvorba výkresové dokumentace

2. Zásady pro manipulaci osob do výšky

Pro vypracování těchto zásad jsem použil podklady z Výzkumného ústavu bezpečnosti práce [11] a norem [8].

2.1 Práce ve výškách

Za práci ve výšce a nad volnou hloubkou se považuje práce a pohyb pracovníka, při kterém je ohrožen pádem z výšky, do hloubky, propadnutím nebo sesutím. Jedná se o libovolnou, jakoukoliv výšku, kdy pracoviště či komunikace převyšuje okolní prostranství a případným pádem hrozí nebezpečí poškození zdraví.

Z těchto důvodů je nutné zajišťovat ochranu pracovníků proti pádu. Do výškového rozdílu 1,5 m způsob zabezpečení není stanoven (pokud se nejedná o činnosti nad vodou nebo jinými látkami), každá práce či pohyb pracovníka v této úrovni však vyžaduje náležitou pozornost. Jako vyvýšená místa pro práci se však nesmí používat vratkých předmětů nedostatečných rozměrů a nebo takových, které nejsou k tomuto účelu určeny.

Každé pracoviště, kde hrozí nebezpečí pádu z větší výšky než 1,5 m a kde je možno použít technický způsob řešení, musí být na nebezpečných místech chráněno ochranným zábradlím minimální výšky 1,1 m – do 2 m výšky jednotyčovým, nad 2 m dvoutyčových zábradlím.

Podlahy lávek, plošin a schodnic dle [8]

- Podlahy a povrch průchozích a obslužných lávek, plošin, opěradel stupnic schodišť a žebříků musí být proveden tak, aby byla omezena možnost zakopnutí.
- U plošin a schodišť jeřábu vystaveným povětrnostním vlivům, musí být zabráněno shromažďování sněhu a zadržování vody na podlaze použitím ocelových roštů, případně plechů na vhodných místech s vyvrtanými otvory. Sklon podlahy a použití dřevěných roštů není přípustné.

Zábradlí a madla dle [8]

- Zábradlí musí být u jeřábů 1100mm, měřeno od horní plochy podlahy nebo stupnice

2.2 Zásady bezpečnosti práce při manipulaci s materiálem

2.2.1 Všeobecné zásady

- Nepodceňovat prováděnou manipulační činnost a nepřeceňovat svoje schopnosti.

- Nepřetěžovat stroje, technická zařízení a prostředky užívané při manipulaci s materiálem a skladování.
- Dodržovat průjezdnost a průchodnost komunikací – neodkládat nepotřebný materiál do komunikačních a manipulačních tras.
- Alkohol a jiné návykové látky nepatří na pracoviště.
- Dodržovat stanovené pracovní postupy a používat přidělené osobní ochranné pracovní prostředky.

2.2.2 Manipulační motorové vozíky

- Vozík může řídit a ovládat pouze řádně zaškolený a zaměstnavatelem pověřený zaměstnanec (osoba)!
- Řidič (obsluha) vozíku je odpovědný za řádné uložení a upevnění přepravovaného nákladu, u vysokozdvizných vozíků též za dodržování zatěžovacího diagramu.
- Vozík není určen k převážení osob.
- Vysokozdvizné vozíky musí mít při jízdě zdvihací zařízení naklopeno vzad.
- Nezdržovat se pod zdviženým břemenem a v jeho bezprostřední blízkosti.

3. Průzkum trhu

Při hledání těchto plošin jsem narazil na tři základní rozdělení těchto plošin. Plošiny se dále liší nosností, velikostí a možnou skladností. Všechny tyto plošiny jsou především kusové výroby a musí se při jejich koupi dbát na vysokozdvizný vozík, pro který je plošina pořízována, především na délku a rozteč vidlí.

3.1 plošina s vyvýšenou manipulační plochou



Obr.4.1.- plošina s vyvýšenou manipulační plochou [20]

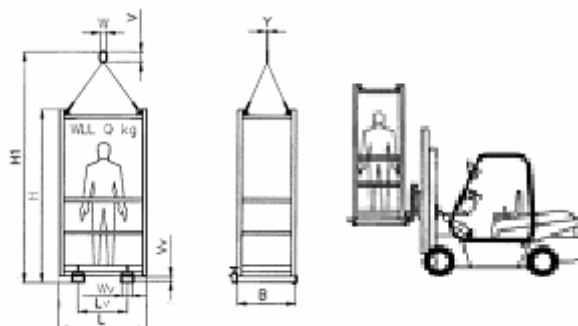
Výhody:

- větší manipulační výška
- možnost dostat se do určitých výšek bez pomoci vysokozdvizného vozíku (nemusí být obsluha vozíku)

Nevýhody:

- větší konstrukce (méně skladná)
- horší přístup osobám
- u rozebíratelných konstrukcí náročná montáž
- u větších výšek problém ohledně stability a musí se dbát důraz na zatěžovací diagram vysokozdvizného vozíku

3.2 univerzální plošina s možností pro zavěšení na jeřáb



Obr.4.2.- univerzální plošina s možností pro zavěšení na jeřáb [21]

Tato plošina je vhodná pro firmy co mají k dispozici jak jeřáby, tak vysoko zdvižné vozíky. Pro náš případ je nevhodná.

3.3 plošina



Obr.4.3- plošina [22]

Výhody:

- poměrně jednoduchá konstrukce
- snadný přístup osobám

Nevýhody:

- výška omezena vysoko zdvižným vozíkem

U všech těchto plošin 1,2 a 3 je nevýhoda, že je potřeba osoby k obsluze vysoko zdvižného vozíku, který má oprávnění na tento vozík („osoba co nic nedělá“).

Tuto nevýhodu by řešil například manipulátor na dálkové ovládání, který je ovládán pomocí ovládací páčky přímo z plošiny viz. obr.4.4. [22]



Obr.4.4-manipulátor na dálkové ovládání

4. Koncepce řešení

Po dohodě s konzultantem, byly první dvě varianty zamítnuty a proto se dále budu zabývat konkrétním návrhem plošiny a to variantou 3.3.

4.1 Rozměry podlahy

Rozměry plošiny mám částečně zadané, rozměry jsem si stanovil z hlediska délky vidlí vysokozdvížného vozíku (aby vidle nevyčnívaly a neohrožovaly okolí osoby) a dále z hlediska přístupu osob k montážním plochám po bocích vozíku.

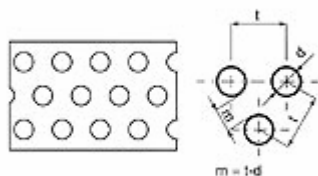
Byla tu i možnost použití přídavného krytí vidlí, které jsem posléze zavrhl z důvodu špatného přístupu osob k montážní ploše a celkové nepraktičnosti.

4.2 Nosnost plošiny

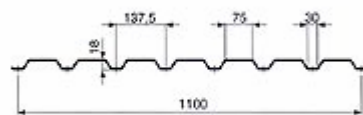
Nosnost mám částečně zadanou (2 osoby + nářadí), dále z hlediska rozměrů podlahy jsem uvažoval, že na tuto plošinu se vejde více osob a nářadí není snadno stanovitelné. Stanovil jsem nosnost plošiny 300 kg. Tato nosnost bude dle [10] označena na viditelné části plošiny.

4.3 Konstrukce podlahy

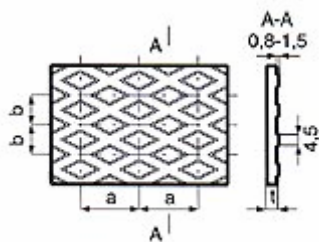
Z počátku jsem uvažoval použít na podlahu plech příslušné tloušťky (s navrtávanými otvory pro odtékání vody z plošiny). Uvažované plechy jsou klasické, děrované, trapézové, žebrované, listové viz. obrázky [13].



Obr.4.1.-děrovaný plech



Obr.4.2.-trapézový plech



Obr.4.3.- žebrovaný plech



Obr.4.4.- listový plech

Pro naši potřebu jsem použil 2 kusy rohože o rozměrech 1000 x 500 dle DIN24537,SP 230-34/38 – bez povrchové úpravy viz. obr.5.2. Tato rohož tvoří celistvý rám a vyhovuje z hlediska nosnosti, odvodu vody a proti uklouznutí osob. Dále tato rohož je samostatně vsazena do rámu, tím se sníží jednak výška samotné plošiny a umožňuje nám navaření upevňovací části pro zábradlí přímo na rám.

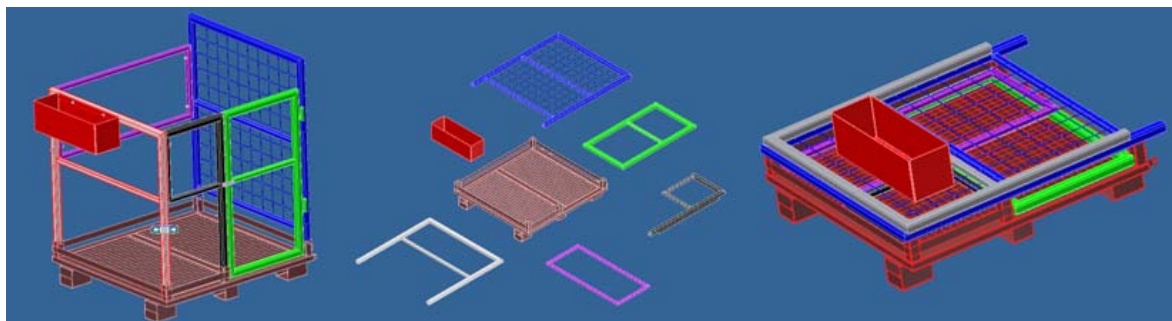
4.4 Skladnost zábradlí plošiny

Speciálním požadavkem od firmy byla skladnost plošiny, aby tato plošina zabírala co nejméně místa.

Tento problém byl jeden z nejsložitějších celé konstrukce.

Nejprve jsem se snažil, aby konstrukce nebyla rozebíratelná, ale přitom zabírala co nejmenší prostor. To nebylo moc možné z hlediska mnoha omezení a proto jsem navrhl co nejjednodušší rozebíratelnou konstrukci viz. obr.4.5.

Podařilo se mi z 1120 x 1275 x 1460 mm tuto konstrukci rozebrat a složit na 1120 x 1300 x 420 mm. Rozebranou plošinu lze snadno schovat pod regál, kde může být uskladněna například přes zimu, kdy plošina není zapotřebí.



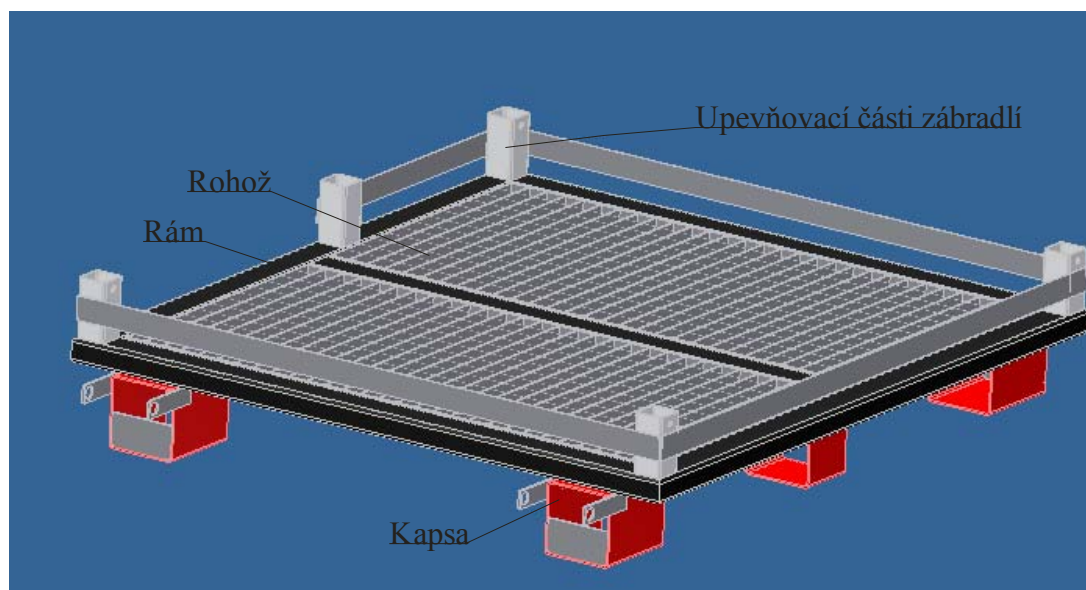
Obr.4.5.-skladnost plošiny

5. Rozměrový návrh a pevnostní kontrola

V tomto bodě budu navrhovat geometrické rozměry částí plošiny a provádět veškeré potřebné výpočty.

5.1 Podlaha

Podlahu jsem sestavil z podlahové rohože a profilového rámu. Dále zde jsou přivařeny upevňovací části zábradlí a dosedací kapsy pro vidlice vysokozdvížného vozíku obr.5.1.



Obr.5.1-podlaha

5.1.1 Zvolená podlahová rohož

Z důvodů protiskluzné ochrany odtoku vody z plošiny jsem se rozhodl pro použití podlahové rohože.

Tuto rohož jsem použil od firmy Feron [13], je bez povrchové úpravy a z dobře svařitelné oceli S235JR.

-Stanovení zatížení:

Nosnost jsem si stanovil 300 kg

$$Q = m \cdot g = 300 \cdot 9,81 = 2943 \text{ N} \quad (5.1)$$

-Výpočet osamělé síly rohože:

$$F_r = \frac{F_v}{S_r} = \frac{12,7}{0,5} = 25,4 \text{ kN} \text{ viz. obr.5.2} \quad (5.2)$$

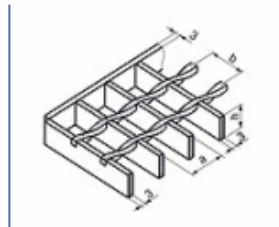
-Porovnání s celkovým zatížením plošiny:

$$F_r \geq Q \\ 25,4 \geq 2,943 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Specifikace výrobku

Podlahový rošt, DN 24537, SP 230-34/38-bez povrchové úpravy, rozměr 500x1000

Kategorie: Hutní druhovýrobky
Norma: DIN 24537
Cena (8Y0001Q): 383,00 Kč / ks
Poptat: ks
[PŘIDAT DO POPTÁVKY](#)



Šířka		1000 mm
Délka		500 mm
Rozměr a	a	34,3 mm
Rozměr b	b	38,1 mm
Výška nosného pásu roštu	h	30 mm
Rozteč příčných pruhů a	a	38,1 mm
Rovnoměrně rozdělené zatížení	F_v	12,7 kN/m ²
Průhyb při F_v	f_1	4 mm
Průhyb při F_p	f_2	4 mm
Osamělá síla	F_p	2,2 kN
Hmotnost		29,5 kg/m ²
Provedení		SP - příčné pruhy zalisované a přivařené
Povrch		bez povrchové úpravy
Poznámka		Osamělá síla je síla působící ve středu zatížené plochy 200 x 200 mm.

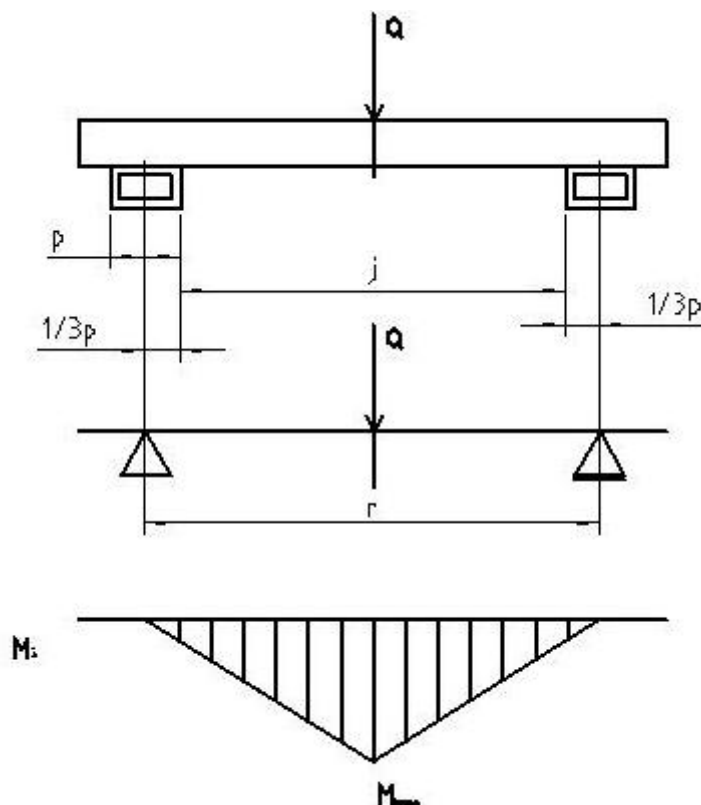
© 2004–2009 Feron a

Obr.5.2-specifikace rohože

5.1.2 Podlahový nosný rám plošiny

Tento výpočet jsem provedl z úvahy, že zatížený nosný profil rámu je uprostřed plošiny, kde je plošina nejvíce namáhána. Podpory uvažuji v místech dosedacích kapes pro vidlice. Tento případ bude platit pro plošinu posazenou na podlaze i pro plošinu vyzvednutou do výšky.

Plošinu jsem navrhl tak, aby kapsa byla co nejvíce na krajích (maximální rozteč vidlí), díky tomu nemusím uvažovat nestabilitu plošiny při jejím přetížení po bocích.



Obr.5.3-Schéma zatížení a průběh ohybového momentu M_o

$p=120 \text{ mm}$ - vyplývá z konstrukce vysokozdvížného vozíku

$j=710 \text{ mm}$ - vyplývá z konstrukce vysokozdvížného vozíku

$r=790 \text{ mm}$

-Výpočet potřebného modulu průřezu v ohybu nosníku:

$$M_{MAX} = \frac{Q}{2} \cdot \frac{r}{2} = \frac{2943}{2} \cdot \frac{790}{2} = 581242,5 \text{ Nmm}$$

(5.3)

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{dov} = \frac{R_e}{k}$$

Dle normy [9] $k = 2,5$

$$W_o = \frac{M_{o\max} \cdot k}{R_e} = \frac{581242,5 \cdot 2,5}{235} = 6183,4 \text{ mm}^3 = 6,18 \text{ cm}^3$$

(5.4)

Volím profil od firmy Feron [13] Profil uzavřený svařovaný černý s obdélníkovým průřezem, EN 10219, rozměr 60 x 40 x 3 mm $\Rightarrow W_y = 6,73 \text{ cm}^3$

Materiál S235 JRH (11375) $\Rightarrow R_e=235 \text{ MPa}$

-Kontrola na ohyb:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_y} = \frac{581242,5}{6730} = 86,4 \text{ MPa}$$

(5.5)

$$k = \frac{R_e}{\sigma_o} = \frac{235}{86,4} = 2,72 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

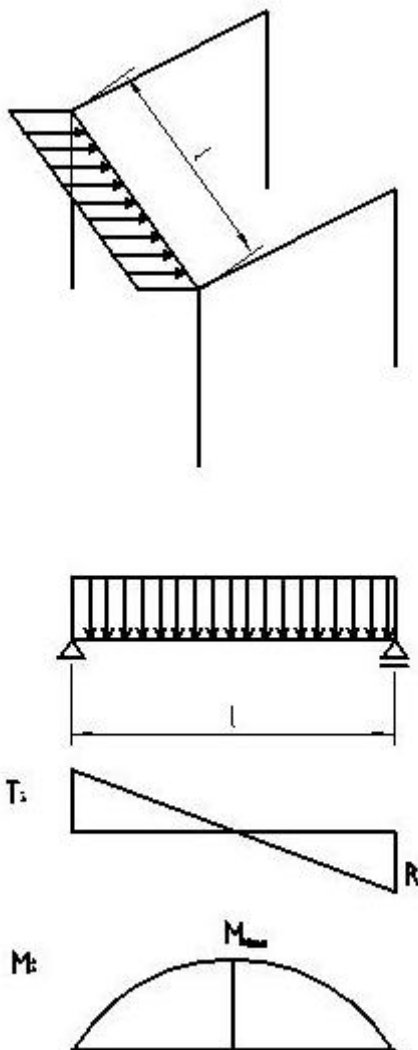
Z tohoto profilu jsem dále sestavil celý rám plošiny viz. obr.5.1.

5.2 Zábradlí

Zábradlí jsem rozdělil na výškové a podélné a podle zjednodušených úvah jsem dimenzoval potřebné profily pro jeho sestavení.

5.2.1 Podélné zábradlí

Ve výpočtu uvažuji nejvíce namáhané zábradlí. Budu brát zatížení 100 kg ve spojitém zatížení což je přibližně $q = 1 \text{ kNm}^{-1} = 1 \text{ Nmm}^{-1}$, dále viz. obr.5.4 .



Obr.5.4- Schéma zatížení a průběh ohybového momentu M_o

-Výpočet potřebného modulu průřezu v ohybu nosníku:

$$l=1075 \text{ mm}$$

$$k= 2,5$$

$$M_{o \max} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1 \cdot 1075^2 = 144453 \text{ Nmm} \quad (5.6)$$

$$W_o = \frac{M_{o \max} \cdot k}{R_e} = \frac{144453 \cdot 2,5}{235} = 1536,7 \text{ mm}^3 \quad (5.7)$$

Volím profil od firmy Feron [13] Profil uzavřený svařovaný černý s obdélníkovým průřezem, EN 10219, rozměr 30 x 30 x 2 mm=> $W_x = 1,81 \text{ cm}^3$

Materiál S235 JRH (11375) => $R_e=235\text{MPa}$

-Kontrola na ohyb:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_x} = \frac{144453}{1810} = 79,81 \text{ MPa} \quad (5.8)$$

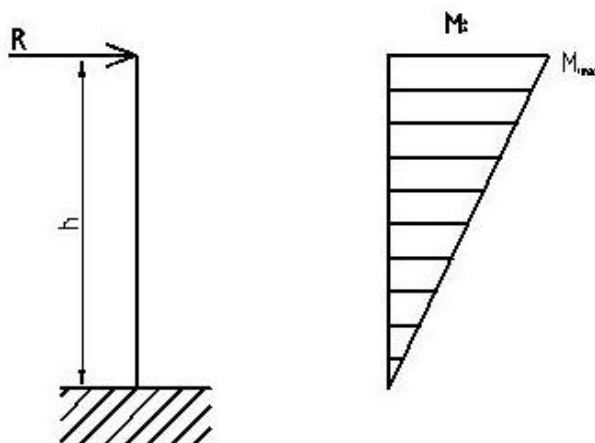
$$k = \frac{R_e}{\sigma_o} = \frac{235}{79,81} = 2,94 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

-Výpočet reakce od spojitého zatížení:

$$R = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{1 \cdot 1075}{2} = 537,5 \text{ N} \quad (5.9)$$

5.2.2 Výškové zábradlí

Pro výpočet profilu jsem uvažoval nejhorší případ zatížení a to zadní část zábradlí viz. výkres sestavení. A zatěžovat budu toto zábradlí od reakční síly R viz. vztah (5.9) od předešlého zatížení q podélného zábradlí.



Obr.5.5- Schéma zatížení a průběh ohybového momentu M_o

-Výpočet potřebného modulu průřezu v ohybu nosníku:

$h=1300 \text{ mm}$

$k= 2,5$

$$M_{o \max} = R \cdot h = 537,5 \cdot 1300 = 698750 \text{ Nmm} \quad (5.10)$$

$$W_o = \frac{M_{o \max} \cdot k}{R_e} = \frac{698750 \cdot 2,5}{235} = 7433,51 \text{ mm}^3 \quad (5.11)$$

Volím profil od firmy Feron [13] Profil uzavřený svařovaný černý s obdélníkovým průřezem, EN 10219, rozměr 45 x 45 x 3 mm $\Rightarrow W_x = 7,79 \text{ cm}^3$

Materiál S235 JRH (11375) $\Rightarrow R_e=235\text{MPa}$

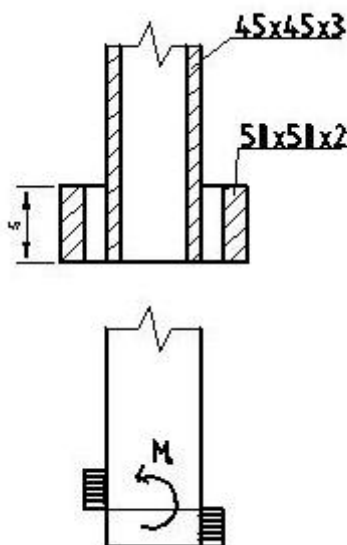
-Kontrola na ohyb:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_x} = \frac{698750}{7790} = 89,69 \text{ MPa} \quad (5.12)$$

$$k = \frac{R_e}{\sigma_o} = \frac{235}{89,69} = 2,62 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

5.3 Upevňovací část zábradlí u podlahy

Z vypočteného profilu výškového zábradlí jsem si stanovil profil pro upevnění zábradlí se stanovenou vůlí w pro kompletaci těchto součástí.



Obr.5.6- Schéma zatížení zábradlí v upevňovací části

-Výpočet výšky upevňovací části zábradlí z otláčení součástí:

$$W_o = \frac{1}{6} \cdot b \cdot s^2$$

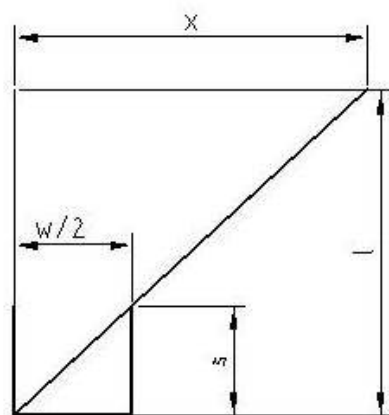
$$\frac{R_e}{k} \geq \sigma_o = \frac{M_o}{W_o}$$

$$s = \sqrt{\frac{M_o \cdot k \cdot 6}{R_e \cdot b}} = \sqrt{\frac{698750 \cdot 2,5 \cdot 6}{235 \cdot 45}} = 31,5 \text{ mm} \quad (5.13)$$

Volím $s=100\text{mm}$

-Kontrola vzdálenosti naklopení zábradlí se stanovenou vůlí:

$w=1\text{mm}$



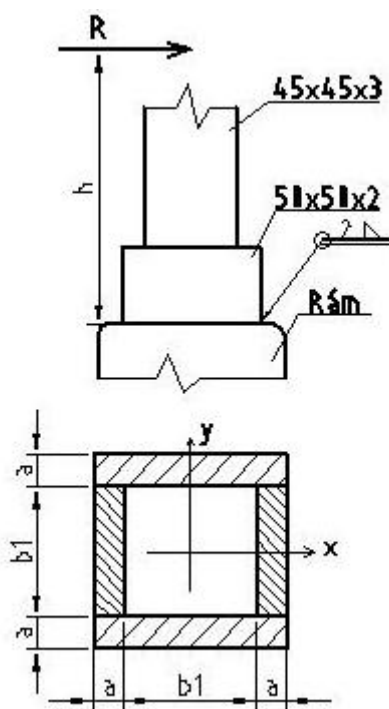
Obr.5.6-vychýlení zábradlí z upevňovací části

$$\frac{x}{l} = \frac{\frac{w}{2}}{s} \quad (5.14)$$

$$x = \frac{\frac{w}{2}}{s} \cdot l = \frac{0,5}{100} \cdot 1300 = 6,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

V našem případě není nutné na tuto věc klást velký důraz, jelikož všechny části zábradlí budou k sobě pevně spojeny a tím bude zajištěna jejich stabilita.

5.4 Výpočet svaru upevňovací část zábradlí



Obr.5.7- Schéma zatížení

- Osový moment setrvačnosti plochy svaru k ose x :

$$J_{sv,x} = \frac{1}{12} [(b_1 + 2 \cdot a)^4 - b_1^4] = \frac{1}{12} [(50 + 2 \cdot 2)^4 - 50^4] = 187754,7 \text{ mm}^4 \quad (5.15)$$

- Modul průřezu svaru v ohybu k ose x :

$$W_{sv,x} = \frac{J_{sv,x}}{\frac{b_1}{2} + a} = \frac{187754,7}{\frac{50}{2} + 2} = 6953,87 \text{ mm}^3 \quad (5.16)$$

- Výpočet napětí ve svaru:

$k_3=0,9$, $k_4=0,8$ dle [6] pro metodu svařování 135

$$\tau_{\perp} = \frac{M_0}{W_{sv,x}} = \frac{R \cdot h}{W_{sv,x}} = \frac{537,5 \cdot 1300}{6953,87} = 100,483 \text{ MPa} \quad (5.17)$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{R}{2 \cdot S_{sv,1}} = \frac{R}{(b_1 + 2 \cdot a)^2 - b_1^2} = \frac{537,5}{(50 + 2 \cdot 2)^2 - 50^2} = 1,29 \text{ MPa} \quad (5.18)$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp}}{k_3}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel}}{k_4}\right)^2} \leq \sigma_{dov} \cdot \beta = \frac{R_e}{k} \cdot \beta$$

$$k = \frac{R_e \cdot \beta}{\sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp}}{k_3}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel}}{k_4}\right)^2}} = \frac{235 \cdot 1,292}{\sqrt{\left(\frac{100,493}{0,9}\right)^2 + \left(\frac{1,29}{0,8}\right)^2}} = 2,71 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\beta = 1,3 - 0,003 \cdot \sqrt{2} \cdot a = 1,3 - 0,003 \cdot \sqrt{2} \cdot 2 = 1,292 \quad (5.19)$$

5.5 Zajištění plošiny proti posuvu

Z důvodů, aby nedošlo k sesunutí plošiny z vidlic vysokozdvizného vozíku je nutné zajistit tuto plošinu.

Pro zajištění jsem použil čepy, které se opírají o zadní část vidlí a tím fixují plošinu k pevně uchyceným vidlicím vysokozdvizného vozíku.

5.5.1 Výpočet posouvající síly

Budu uvažovat zjednodušený případ, a to dynamiku hmotného bodu, pro naši-moji úvahu sesunutí nezajištěné zatížené plošiny z vidlic vysokozdvizného vozíku.

Všechny odpory (tření, vítr, odpor od stoupání) jsou pro nás-mě příznivé a proto nebudu s nimi počítat.

V technických dat viz. příloha je u našeho vysokozdvizného vozíku maximální rychlost pojezdu bez nákladu 20km/h.

Závislost tažní síly plošiny F_t závisí především na čase zastavení vysokozdvizného vozíku viz. obr.5.8.

Pro náš účel postačí odborný odhad a po domluvě jsem stanovil čas zastavení 1s.

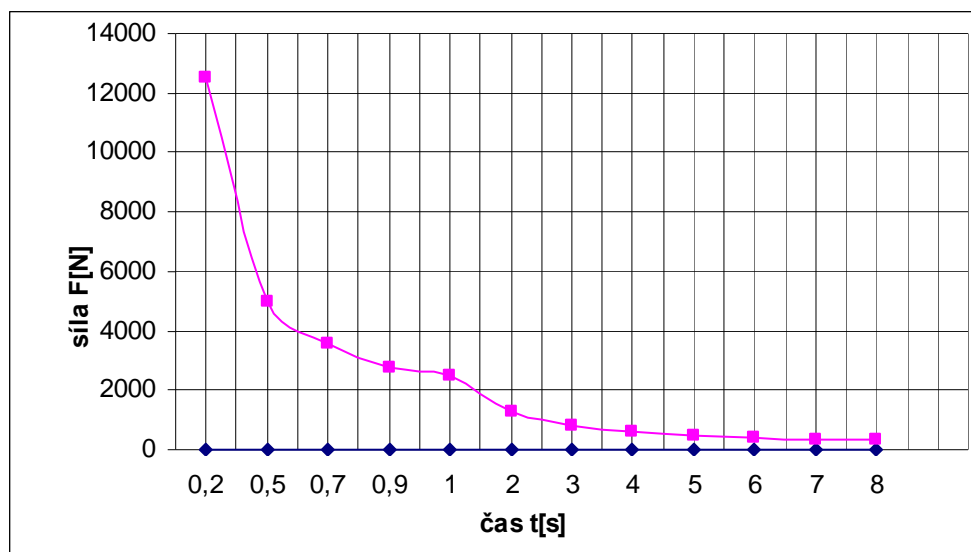
$$F_t = m_c \cdot a_t \quad (5.20)$$

$$a_t = \frac{v - v_0}{t_t} \quad (5.21)$$

$$v_0 = \frac{20}{3,6} = 5,56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (5.22)$$

$$m_c = m + m_p = 300 + 150 = 450 \text{ kg} \quad (5.23)$$

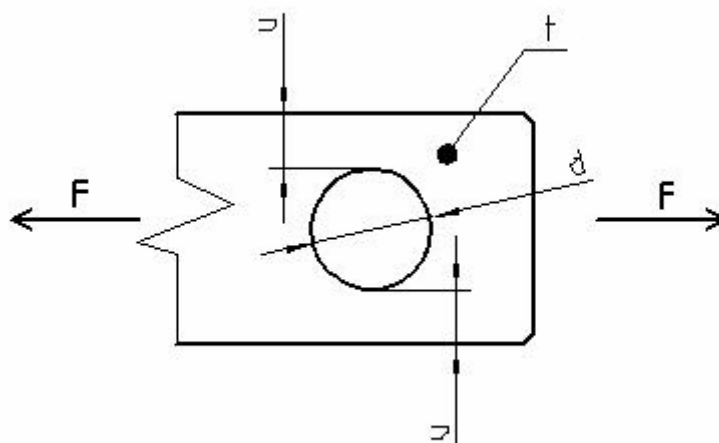
$$F_t = m_c \cdot a = m_c \cdot \frac{v - v_0}{t} = 450 \cdot \frac{0 - 5,56}{1} = 2502 \text{ N}$$



Obr.5.8-Závislost síly na čase zastavení

5.5.2 Výpočet uchycení záchytných čepů

$$F = \frac{F_t}{4} = 625,5 \text{ N} \quad (5.24)$$



Obr.5.9-způsob namáhání uchycení záchytných čepů

$$\frac{F}{S} \leq \sigma_{dov} \quad (5.25)$$

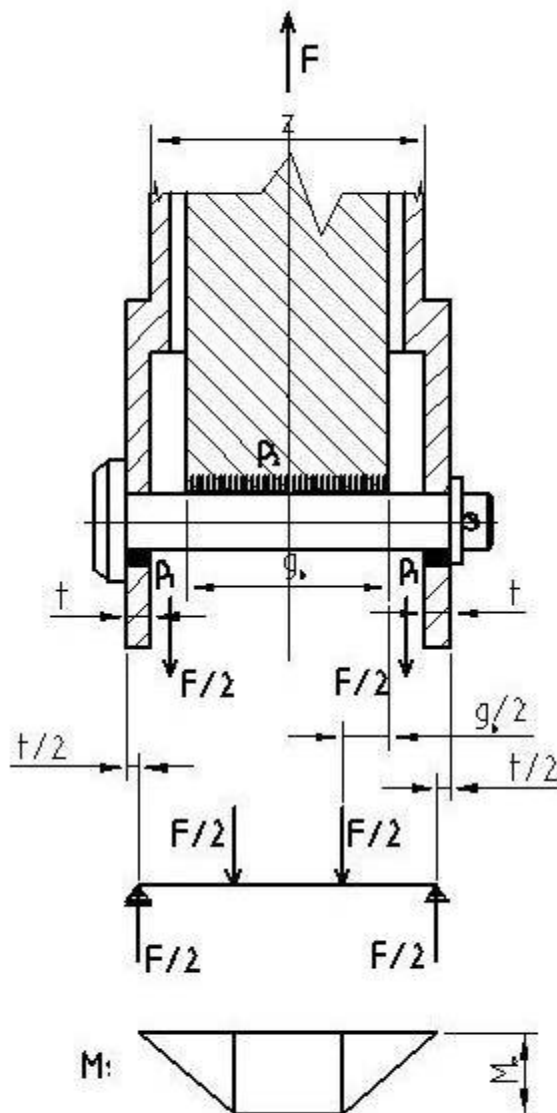
$$\frac{F}{2 \cdot u \cdot t} \leq \frac{R_e}{k}$$

$$t \geq \frac{F \cdot k}{2 \cdot u \cdot R_e} = \frac{625,5 \cdot 2,5}{2 \cdot 4 \cdot 235} = 0,831 \text{ mm} \Rightarrow \text{volím } t=2 \text{ mm}$$

Volím profil od firmy Feron [13] Pásová ocel válcovaná za studena v pružích, ČSN 42 5350.11, rozměr 2 x 30 mm

5.5.3 Návrh upevňovacích čepů

Pojistný čep proti posuvu plošiny jsem použil z návleků pro vidle na vysokozdvizný vozík, a proto tyto rozměry zachovám pro naše účely.



Obr.5.10- Schéma zatížení a průběh ohybového momentu M_0

-Kontrola pro měrný tlak:

Sílu F_t z předešlého příkladu budu uvažovat poloviční z důvodu použití 2 čepů.

Pro ocel 11343 je $p_D = 100 \text{ MPa}$ dle [6]

$$p_1 \leq p_D \quad (5.26)$$

$$p_1 = \frac{\frac{F}{2}}{t \cdot d} = \frac{1251}{4 \cdot 21} = 7,44 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$p_2 \leq p_D \quad (5.27)$$

$$p_2 = \frac{F}{g_b \cdot d} = \frac{1251}{100 \cdot 20} = 0,6 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

6. Celkové náklady na výrobu

Polotvary:

Tab.6.1-náklady za polotvary od firmy Feron

Název položky	Množství	Cena/JM	Cena celkem bez DPH
Pásová ocel válcovaná za studena v pruzích, ČSN 42 5350.11, rozměr 2x30	1m	20,38 Kč	20,38 Kč
Pásová ocel válcovaná za studena v pruzích, ČSN 42 5350.11, rozměr 2x40	5m	27,17 Kč	135,84 Kč
Profil uzavřený svařovaný černý se čtvercovým průřezem, EN 10219, rozměr 120x4	1m	338,18 Kč	338,18 Kč
Profil uzavřený svařovaný černý se čtvercovým průřezem, EN 10219, rozměr 30x2	8m	37,09 Kč	296,68 Kč
Profil uzavřený svařovaný černý se čtvercovým průřezem, EN 10219, rozměr 45x3	12m	86,28 Kč	1 035,30 Kč
Profil uzavřený svařovaný černý se čtvercovým průřezem, EN 10219, rozměr 50x2	1m	64,22 Kč	64,22 Kč
Dutý profil svařovaný nerezový s obdélníkovým průřezem, EN 10219-2, rozměr 60x30x3	6m	319,00 Kč	1 914,00 Kč
Podlahový rošt, DIN 24537, SP 230-34/38-bez povrchové úpravy, rozměr 500x1000	2ks	321,00 Kč	642,00 Kč
Svařovaná síť z ocel. drátů žebírkových tvářených za studena, typ Q84, KARI 4 mm, oko 150x150 mm, formát 5x2,15 m	1ks	258,00 Kč	258,00 Kč

Ostatní položky:

Tab.6.1-náklady za zbylé náklady

Název položky	Množství	Cena/JM	Cena celkem bez DPH
závěs 200x22 nosnost 75kg [18]	2ks	41 Kč	82 Kč
Zarážka 26 – 50 [18]	1ks	66 Kč	66 Kč

Přídavný materiál svařovací drát G2Si –OK Autrod 12,58 [19]	5kg	68,8Kč	344Kč
Galvanické pozinkování firma Galvana [14]	131kg	14Kč	1834Kč
Odhad zbylých položek [16]			500Kč
Odhad práce svářeče (nástrojaře)	32h	120Kč	3840Kč

Celková cena s DPH vychází 14994,47Kč

Tyto náklady by mohly být i nižší, ale z důvodů možné finanční rezervy tyto náklady navyšujeme pro možné dodatečné náklady.

7. Závěr

Výsledkem této práce je plošina pro manipulaci osob pomocí vysoko zdvižného vozíku či jiného manipulátoru, jehož rychlost by neměla přesáhnout 20 km/h s plným zatížením této plošiny.

Maximální nosnost je 300 kg, která je vyznačena na viditelném místě plošiny.

Zařízení je velice dobře skladné a snadno rozebíratelné bez použití jakéhokoliv speciálního nářadí.

Celková hmotnost zařízení činí 131 kg. Podlaha má hmotnost 60 kg, ostatní součásti nepřesahují 19 kg.

Je uvažováno, že s podlahou se ručně manipulovat nebude.

Na konstrukci tohoto zařízení bylo maximálně využito normalizovaných polotvarů z produkce firmy Feron a.s., aby byly zajištěny minimální pořizovací náklady.

Na zařízení bylo použito protikorozivní ochrany pomocí galvanického pozinkování od firmy Galvana pro delší životnost konstrukce.

Stanovený rozpočet jsem dodržel i s přihlédnutím k případným vícenákladům za výrobu, spojovací materiál a polotvary.

Závěrem bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce, Ing. Danielu Pištáčkovi, Ph.D. za jeho trpělivost, čas a ochotu poskytnout mi cenné rady a připomínky v celém průběhu vypracování bakalářské práce. Také chci poděkovat Ing. Honkovi ze společnosti Callidus trading s.r.o. za cenné informace.

8. Seznam použitých pramenů

Knihy a Příručky:

- [1] Miloš Němček.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů, spoje, druhé doplněné vydání*, Ostrava 2008, ISBN 978-80-248-1782-8
- [2] Moravec V., Havlík J.: *Výpočty a konstrukce strojních dílů*, Ostrava, VŠB 2005, ISBN 80-248-0878-1
- [3] Kříž R.: *Strojírenské tabulky II. Pohony*, 1997, Montanex, ISBN 80-85780-51-8
- [4] Drastík F. a kolektiv.: *Strojírenské tabulky pro konstrukci i dílnu, druhé doplněné vydání*, 1999, Montanex, ISBN 80-85780-90-X
- [5] Kaláb K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, části pohonů strojů*, 2008, Ostrava, ISBN 978-80-248-1860-3
- [6] Kaláb K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, části spojovací*, 2007, Ostrava, ISBN 978-80-248-1290-8
- [7] Jří Pavlíška; Leopold Hrabovský.: *Dopravní a manipulační zařízení IV.*, 2004, Ostrava, ISBN 80-248-0537-5

Normy:

- [8] ČSN 270140-1 až 6.: Jeřáby a zdvihadla projektování a konstruování
- [9] ČSN EN 13155 (270139): Jeřáby-bezpečnost-volně zavěšené prostředky pro uchopování, 2004
- [10] ČSN 018012: Bezpečnostní značky a tabulky

Internet:

- [11] Výzkumný ústav bezpečnosti práce: *Zásady bezpečnosti práce při manipulaci s materiálem* [online].2007. [cit. 2009-05-11].URL:<<http://www.matl-bula.cz/index.php?x=01090105>>
- [12] Feron, a.s.: *Katalog* [online].2004. [cit. 2009-05-13].URL:<<http://www.ferona.cz>>
- [13] GALVA s.r.o.: *Galvanické zinkování* [online].2000. [cit. 2009-04-13].URL:<<http://www.galva.cz>>
- [14] Mátl a Bula, spol.s.r.o.: *Náhradní díly* [online].2007. [cit. 2009-05-22]. URL:< <http://www.matl-bula.cz/p/nosne-vidle> >
- [15] Kabek s.r.o.: *Spojovací součásti* [online].2009. [cit. 2009-09-22] .URL:<<http://www.kebek.eu/soubory-ke-stazeni/sortiment-zbozi/spojovaci-soucasti/> >

- [16] Seznam Chrudim: *Sortiment* [online]. 2009. [cit. 2009-09-22] .URL:<
http://www.sezam-chrudim.cz>
- [17] Esab: *Přídavné svařovací materiály* [online]. 2006. [cit. 2009-08-22] .URL:<
http://www.esab.cz/>
- [18] Bazar: *Plošina*: [online]. 2000. [cit. 2009-04-22] .URL:< http://www.bazar-
stroju.cz/vysokozdvizne-voziky/>
- [19] Todox s.r.o.: *Nabídka*: [online]. 1999. [cit. 2009-04-30] .URL:<
www.todox.cz>
- [20] Viva- manipulační technika s.r.o.: *Sortiment* [online]. 2009. [cit. 2009-09-22]
.URL:< www.viva-zdvihaci-zarizeni.cz>
- [21] *Bibliografické citace*. [online]. 2002. [citováno 2009-09-16].URL: <
http://platan.vc.cvut.cz/vychova/vychova2/bibl_citace/bibl_citace.html. >
- [22] *Bibliografické citace dokumentu podle ČSN ISO 690 A ČSN ISO 690-*
2.[online]. 1999. [citováno 2009-09-16].URL:
<http://www.boldis.cz/citace/citace2.pdf>

Použitý software:

Microsoft Office Word 2003
 Microsoft Office Powerpoint 2003
 Adobe Akrobat 8 Professional
 Autodesk Inventor 2008
 AutoCAD 2008

9. Seznam příloh

- Technická data-2.str.
- č.v.:BP-00-01, seznam položek-sestava
- č.v.:BP-01-01, seznam položek-podlaha
- č.v.:BP-00, plošina-sestava
- č.v.:BP-01, podlaha-výrobní výkres